



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift  
①0 DE 43 15 161 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 01 B 21/04**  
G 01 B 11/03  
B 25 J 11/00

②1 Aktenzeichen: P 43 15 161.2  
②2 Anmeldetag: 7. 5. 93  
④3 Offenlegungstag: 10. 11. 94

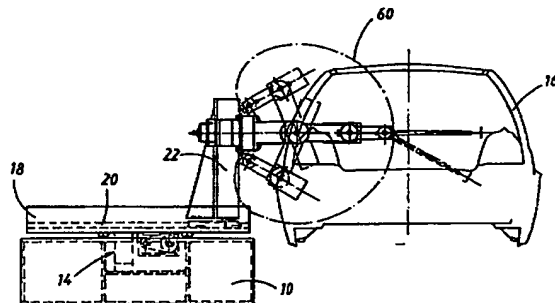
DE 43 15 161 A 1

⑦1 Anmelder:  
Bodenseewerk Gerätetechnik GmbH, 88662  
Überlingen, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Weisse, J., Dipl.-Phys.; Wolgast, R., Dipl.-Chem. Dr.,  
Pat.-Anwälte, 42555 Velbert

⑦2 Erfinder:  
Band, Gerhard, 78727 Oberndorf, DE; Czetto,  
Reinhart, Dr.-Ing., 78727 Oberndorf, DE; Keferstein,  
Claus P., Dr.-Ing., 88662 Überlingen, DE

⑤4 Vorrichtung zum Vermessen von Bauteilen mittels eines Tasters

⑤7 Eine Vorrichtung zum Vermessen von Bauteilen (16) mittels eines Tasters (56) besteht aus der Kombination eines Koordinaten-Meßgerätes (12), durch welches ein Trägerglied (24) in wenigstens einer Koordinate meßbar verstellbar ist und eines an dem so verstellbaren Trägerglied (24) gehaltenen, den Taster (56) führenden, kalibrierbaren Meßroboters (28) in Knickarm-Bauweise.



DE 43 15 161 A 1

## Beschreibung

## Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Vermessen von Bauteilen mittels eines Tasters.

## Zugrundeliegender Stand der Technik

Es sind Koordinaten-Meßgeräte bekannt, bei denen ein Trägerglied in drei zueinander senkrechten Koordinatenachsen verstellbar ist. An dem Trägerglied ist ein Taster angebracht. Mittels dieses Tasters werden zu vermessende Bauteile abgetastet, und es werden die Koordinaten der jeweils abgetasteten Punkte gemessen. Das Koordinaten-Meßgerät enthält eine Basis, auf welcher ein Tisch in einer ersten, horizontalen Koordinatenrichtung linear mit hochgenauer Führung verstellbar ist. Die Bewegung des Tisches wird mittels eines z. B. inkrementalen Weggebers genau erfaßt. Ein Ständer ist auf dem Tisch in einer zu der ersten Koordinatenrichtung senkrechten, ebenfalls horizontalen Koordinatenrichtung beweglich geführt. Auch diese Führung ist hochgenau und wird mittels eines Weggebers genau erfaßt. An dem Ständer ist schließlich ein Trägerglied oder eine Pinole in einer dritten, vertikalen Koordinatenrichtung verstellbar. Auch diese Führung ist hochgenau und wird mittels eines Weggebers genau erfaßt. Mit solchen Koordinaten-Meßgeräten können auch recht große Bauteile oder Werkstücke vermessen werden. Die Koordinaten-Meßgeräte können Messungen über einen Bereich von mehreren Metern durchführen. Basis, Tisch und Ständer sind dabei zur Erzielung der erforderlichen Stabilität und Genauigkeit schwere Maschinenteile.

Solche Koordinaten-Meßgeräte haben für manche Anwendungen verschiedene Nachteile:

Die Meßgeschwindigkeit ist begrenzt. Bei der Einstellung müssen Maschinenteile mit großen Massen beschleunigt und wieder abgebremst werden. Je nach Anwendungsfall müssen mit diesen Maschinenteilen Umwege gefahren werden, um Kollisionen zwischen Werkstück und Taster zu vermeiden.

Manche Meßaufgaben können mit den linear beweglichen Maschinenteilen nicht bewältigt werden. Es ist dann erforderlich, einen Rundtisch oder Dreh-, Kipp- oder Schwenkgelenke in das Koordinaten-Meßgerät zu integrieren. Das sind wieder schwere Maschinenteile. Manche Meßaufgaben lassen sich mit den bekannten Koordinaten-Meßgeräten gar nicht lösen.

Beim Einsatz optischer, berührungslos arbeitender Abstands-Sensoren als Taster muß darauf geachtet werden, daß diese Sensoren immer nahezu senkrecht über der zu messenden Oberfläche geführt werden. Beim Messen von Freiformflächen mit solchen Sensoren ist diese Forderung nur schwer oder häufig gar nicht zu erfüllen.

Es sind andererseits hochpräzise und kalibrierbare Roboter bekannt, die als "Meßroboter" eingesetzt werden können. Solche Roboter weisen mehrere Arme auf, die um Nick- und Rollachsen gegeneinander drehbar gelagert sind. Man nennt diese Bauweise "Knickarmbauweise". Meßroboter unterscheiden sich von üblichen Industrierobotern, die nicht kalibrierbar sind. Die Stellung der verschiedenen Arme werden durch hochgenaue Winkelabgriffe abgegriffen. Aus den Lagewinkeln der verschiedenen Arme kann die Position eines Endeffektors des Roboters, z. B. eines Tastarmes, durch einen

Rechner in kartesischen Koordinaten bestimmt werden. Ein Roboter dieser Art kann bis zu sechs Achsen aufweisen. Solche Meßroboter haben nur einen begrenzten Arbeitsbereich. Sie sind zur Vermessung großer Bauteile oder Werkstücke nicht geeignet.

## Offenbarung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Vermessen von Bauteilen mittels eines Tasters zu schaffen, welche

- die Vermessung großer Bauteile oder Werkstücke gestattet,
- eine gegenüber dem Stand der Technik erhöhte Meßgeschwindigkeit gestattet,
- universell anwendbar ist und
- auch schwer anzutastende Meßpunkte zu erreichen gestattet.

Bei Anwendung von optischen, berührungslos arbeitenden Abstandssensoren als Taster soll es möglich sein, die Abstandssensoren stets im wesentlichen senkrecht über die zu messende Oberfläche zu führen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch die Kombination:

- (a) eines Koordinaten-Meßgerätes, durch welches ein Trägerglied in wenigstens einer Koordinate meßbar verstellbar ist und
- (b) eines an dem so verstellbaren Trägerglied gehaltenen, den Taster führenden, kalibrierbaren Meßroboters in Knickarm-Bauweise.

Eine solche Vorrichtung gestattet die Vermessung großer Bauteile oder Werkstücke dank des Koordinaten-Meßgerätes. Der Meßroboter gestattet an der jeweiligen Meßstelle eine relativ schnelle Bewegung, da die Arme des Meßroboters eine geringere Masse haben als die schweren Maschinenteile des Koordinaten-Meßgerätes. Aus den sehr genauen Lagekoordinaten, die von dem Koordinaten-Meßgerät geliefert werden, und den ebenfalls sehr genauen Lagekoordinaten des Tasters relativ zu der Basis des Roboters können die Lagekoordinaten des Tasters in einem ausgedehnten Arbeitsbereich mit hoher Genauigkeit bestimmt werden. Der Meßroboter kann auch in das Innere eines Bauteils oder Werkstücks hineingreifen, beispielsweise in das Innere einer Kraftfahrzeug-Karosserie bei der Fertigung von Kraftfahrzeugen. Der Meßroboter kann auch einen optischen Abstandssensor stets im wesentlichen senkrecht zu der zu messenden Oberfläche halten. Die höhere Beweglichkeit des erfindungsgemäßen Systems führt dazu, daß weniger Tasterwechsel erforderlich sind.

Das Trägerglied kann durch das Koordinaten-Meßgerät in drei zueinander senkrechten Koordinaten linear verstellbar sein. Es ist aber je nach Anwendungsfall möglich, das Trägerglied und damit den Meßroboter durch ein entsprechendes Koordinaten-Meßgerät nur in einer Koordinatenrichtung zu verstellen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind nachstehend unter Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungen näher erläutert.

## Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist ein Grundriß einer Vorrichtung zur Vermessung von Karosserieteilen im Fahrzeugbau.

Fig. 2 ist ein Seitenriß der Vorrichtung von links in Fig. 1 gesehen.

Fig. 3 ist ein Seitenriß ähnlich Fig. 2 einer Vorrichtung der vorliegenden Art, bei welchem ein Karosserieteil sowohl innen als auch außen vermessen wird.

Fig. 4 zeigt die verschiedenen Positionen des Meßroboters für den Meßvorgang von Fig. 3.

Fig. 5 ist ein Grundriß einer Anlage zur Vermessung von Karosserieteilen, bei welcher das Bauteil oder Werkstück von zwei Seiten her durch zwei einander zugewandte Vorrichtungen mit je einem Koordinaten-Meßgerät und einem Meßroboter vermessen wird.

Fig. 6 ist eine Vorderansicht der in Fig. 5 oberen Vorrichtung und

Fig. 7 ist eine zugehörige Seitenansicht von links in Fig. 5 gesehen.

#### Bevorzugte Ausführungen der Erfindung

In Fig. 1 und 2 ist mit 10 eine Basis eines Koordinaten-Meßgerätes 12 bezeichnet. Auf der Basis 10 erstreckt sich eine Führung 14 in einer ersten, horizontalen Koordinatenrichtung, von links nach rechts in Fig. 1. Die Führung 14 erstreckt sich längs eines Transportbandes, mittels dessen ein zu vermessender Karosserieteil 16 an die Vorrichtung herangeführt wird. Die Basis ist ein schwerer und stabiler Maschinenteil, der auf einem (nicht dargestellten) Fundament sitzt. Auf der Führung 14 sitzt ein Tisch 18. Der Tisch 18 ist durch Antriebsmittel längs der Führung 16 verstellbar. Die Bewegung des Tisches 18 längs der Führung 16 wird durch einen inkrementalen Weggeber in bekannter Weise hochgenau abgegriffen. Der Tisch 18 weist seinerseits eine lineare Führung 20 auf. Die Führung 20 erstreckt sich in einer zweiten, ebenfalls horizontalen Koordinatenrichtung, nämlich von oben nach unten in Fig. 1, senkrecht zu der ersten Koordinatenrichtung, also der Richtung der Führung 14. Auf dem Tisch 18 sitzt ein Ständer 22. Der Ständer 22 ist auf der Führung 20 durch Antriebsmittel gegenüber dem Tisch in der zweiten Koordinatenrichtung verstellbar. Die Bewegung des Ständers 22 gegenüber dem Tisch 18 wird ebenfalls durch einen inkrementalen Weggeber hochgenau abgegriffen. An dem Ständer 22 ist ein Trägerglied oder eine Pinole 24 in einer Führung 26 höhenverstellbar geführt. Die Führung 26 erstreckt sich in einer dritten, zu den beiden anderen senkrechten, vertikalen Koordinatenrichtung. Die Führung 26 ist am besten aus Fig. 6 ersichtlich.

In dem Trägerglied sitzt ein Meßroboter 28. Der Meßroboter 28 weist einen Sockel 30 auf. An dem Sockel 30 ist ein Arm 32 um eine Achse 34 schwenkbar gelagert. Der Arm 32 ist durch einen Stellmotor 36 verschwenkbar. Die Winkellage wird durch einen Winkelgeber 38 hochgenau abgegriffen. An dem Arm 32 ist ein Arm 40 um eine Achse 42 schwenkbar gelagert. Der Arm 40 ist durch einen Stellmotor 44 verschwenkbar. Die Winkellage wird durch einen Winkelgeber 46 hochgenau abgegriffen. An dem Arm 40 ist wiederum ein Arm 48 um eine Achse 50 schwenkbar gelagert. Der Arm 48 ist durch einen Stellmotor 52 verschwenkbar. Die Winkellage wird durch einen Winkelgeber 54 hochgenau abgegriffen. An dem Arm 48 sitzt ein Taster 56.

Der Taster ist ein berührungsloser optischer Abstandssensor. Der Taster 56 beobachtet die Lage einer zu messenden Oberfläche relativ zu einem vor dem Taster 56 liegenden Punkt 58. Der Meßroboter 28 wird in Abhängigkeit von dem Signal des Tasters 56 so gesteuert, daß der Punkt 58 auf der zu messenden Oberfläche

liegt.

In Fig. 2 ist mit 60 der Bereich bezeichnet, der von dem Ende des Armes 48 erreicht werden kann.

Fig. 3 veranschaulicht, wie ein Meßroboter 28 der beschriebenen Art ein Bauteil, hier einen Karosserieteil 16 sowohl innen als auch außen zu vermessen gestattet, wobei das Trägerglied 24 längs der Bahn 26 auf- und abbewegt wird. In der oberen Stellung mißt der Meßroboter 28 die obere Außenfläche des Karosserieteils 16. In der mittleren Stellung greift der Meßroboter in den Innenraum des Karosserieteils 16 und mißt die inneren Oberflächen. In der untersten Stellung greift der Meßroboter unter den Karosserieteil 16 und mißt die Unterseite des Karosserieteils 16. Mit 62 ist ein Teil des Förderbandes bezeichnet.

Wie aus Fig. 3 und 4 ersichtlich ist, kann der Sockel 30 des Meßroboters 28 gegenüber dem Trägerglied 24 begrenzt auf das Werkstück zu oder von dem Werkstück wegbewegt werden. Dadurch ist eine Erweiterung des von dem Meßroboter 28 erfaßten Raumbereichs möglich, ohne jedesmal die schweren Maschinenteile des Ständers bewegen zu brauchen. In Fig. 4 ist der Hub durch die Strecke 64 dargestellt. Im übrigen entspricht die Ausführung Fig. 3 im wesentlichen der Ausführung von Fig. 1 und 2. Entsprechende Teile sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen wie dort.

Fig. 5 bis 7 zeigen eine Ausführung, bei welcher zwei Vorrichtungen zum Vermessen von Bauteilen mittels eines Tasters einander gegenüberliegend und einander zugewandt zu beiden Seiten eines Förderbandes angeordnet sind, das einen Karosserieteil 16 herangeführt hat. Jede der Vorrichtungen enthält in der beschriebenen Weise ein Koordinaten-Meßgerät 12A und 12B und einen Meßroboter 28A bzw. 28B. Wie aus Fig. 7 ersichtlich ist, tastet jeder der beiden Meßroboter 28A und 28B den Karosserieteil 16 sowohl oben auf der Außenseite, innen und unten auf der Außenseite ab. Die beiden Meßroboter sind in der ersten Koordinatenrichtung gegeneinander versetzt angeordnet.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Vermessen von Bauteilen (16) mittels eines Tasters (56), gekennzeichnet durch die Kombination:

- (a) eines Koordinaten-Meßgerätes (12), durch welches ein Trägerglied (24) in wenigstens einer Koordinate meßbar verstellbar ist und
- (b) eines an dem so verstellbaren Trägerglied (24) gehaltenen, den Taster (56) führenden, kalibrierbaren Meßroboters (28) in Knickarm-Bauweise.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägerglied (24) durch das Koordinaten-Meßgerät (12) in drei zueinander senkrechten Koordinaten linear verstellbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Sockel (30) des Meßroboters (28) gegenüber dem Trägerglied (24) in Richtung auf das Werkstück (16) hin oder von diesem weg definiert linear vor- und zurückbewegbar ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Koordinaten-Meßgeräte (12A, 12B) mit je einem Meßroboter (28A, 28B) einander zugewandt zu beiden Seiten eines Transportbandes angeordnet sind zur Vermessung eines zwischen ihnen angeordneten Bauteils oder Werkstücks (16) von beiden Seiten her.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

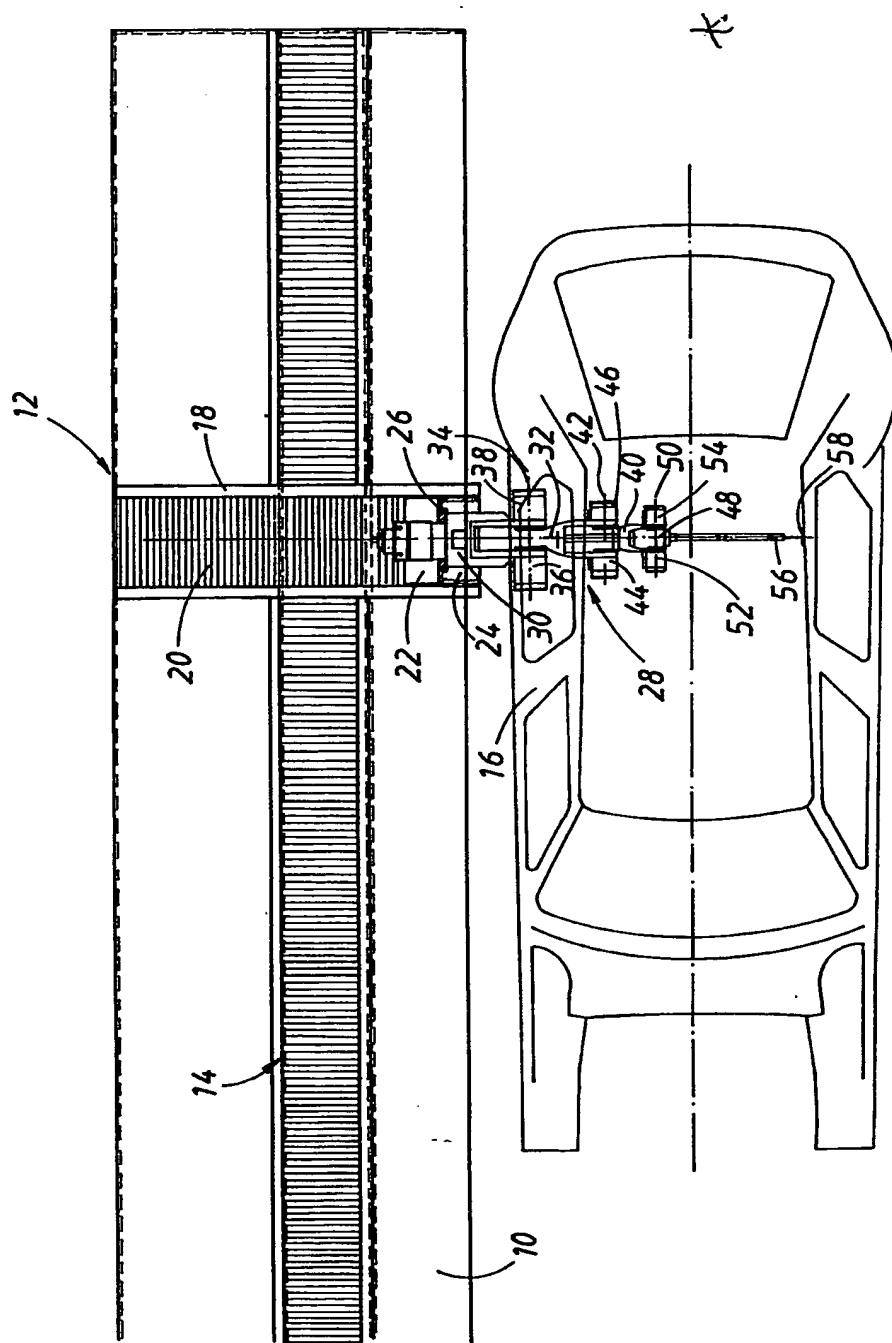
45

50

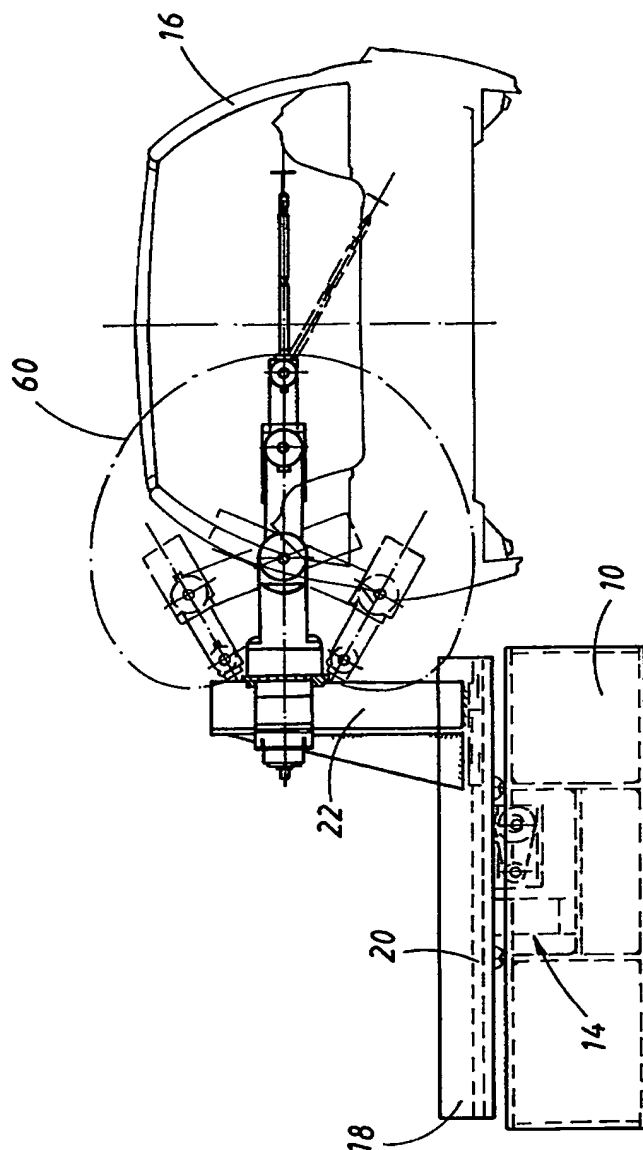
55

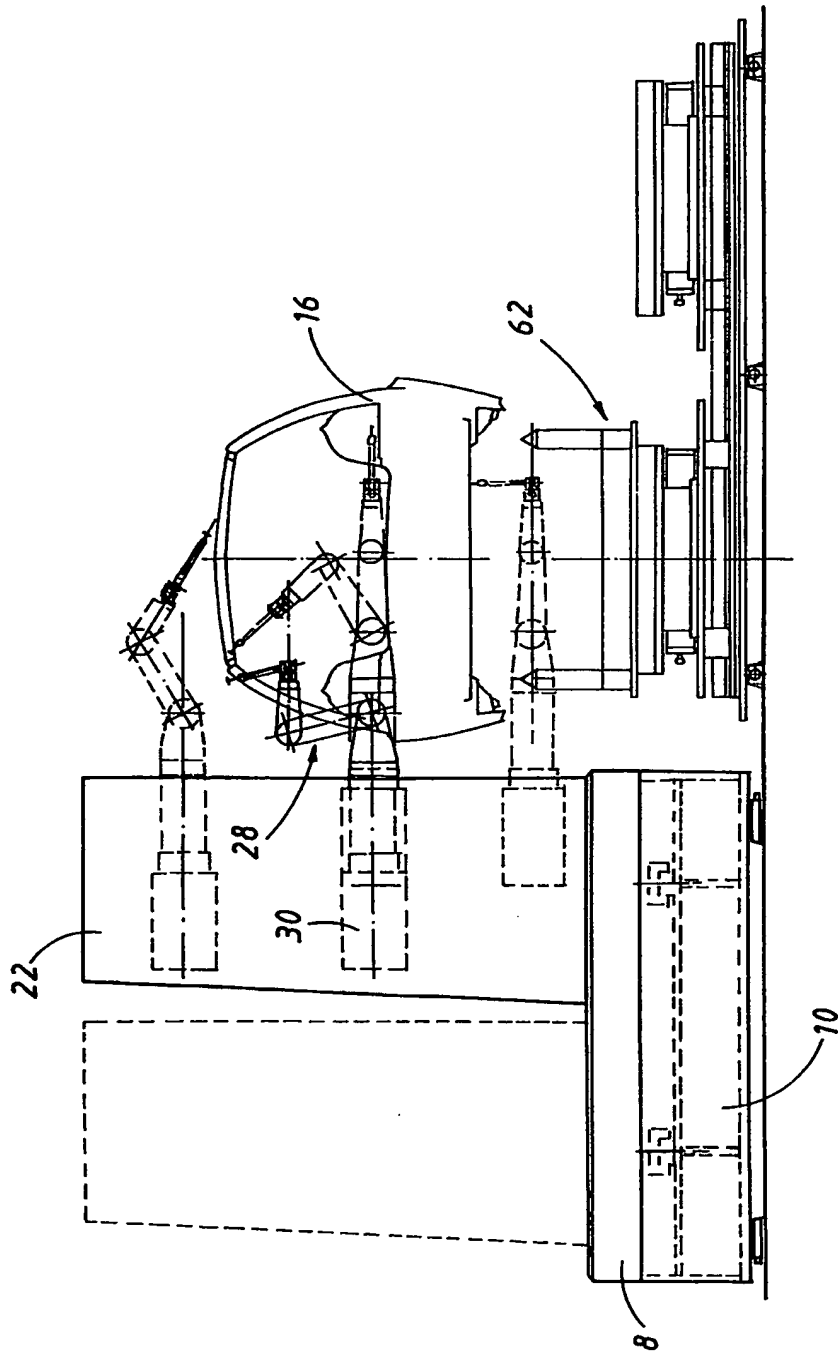
60

65



**Fig. 1**





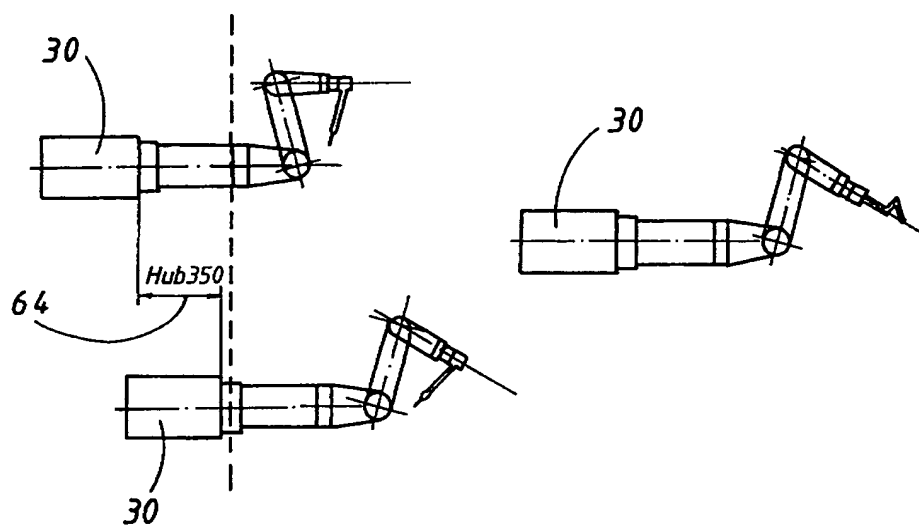


Fig. 4



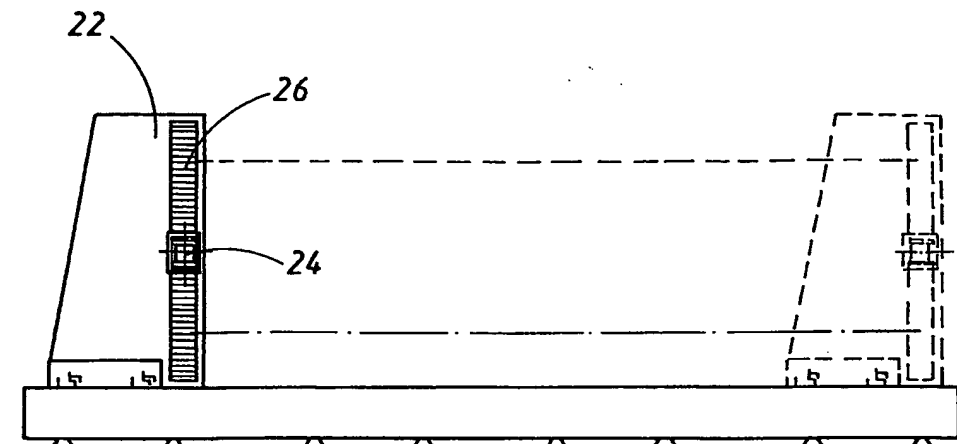


Fig. 6

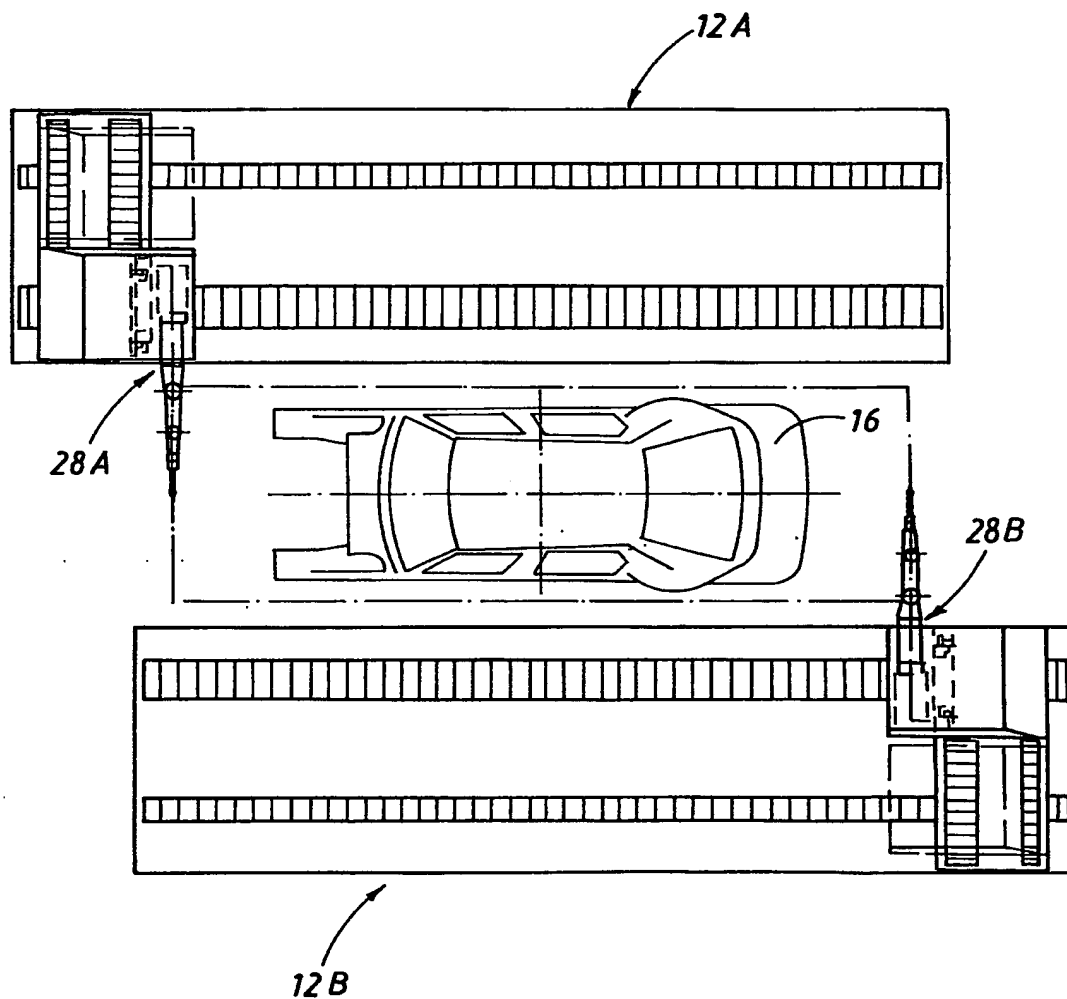


Fig. 5

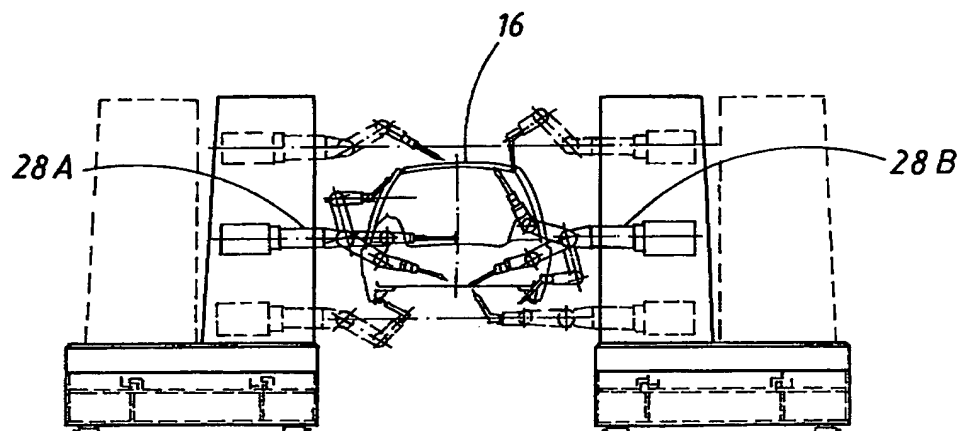


Fig. 7